Das Problem des Schreibens und Druckens in der modernen Verwaltungstechnik

Von Prof. Dr.-Ing. S. Hildebrand, Technische Universität Dresden

Nach einer Einleitung, die die Bedeutung der modernen Schreib- und Drucktechnik für die Verwaltung darlegt, werden zunächst die verschiedenen Aufzeichnungsträger (Wachspapier, Fotopapier, xerographische Aufzeichnung usw.) behandelt. Den Hauptteil der Arbeit nimmt die Schrifterzeugung mit mechanischen und elektrischen Mitteln ein (Einzel- und Doppeltypen, Rastertypen, die verschiedenen Matrixverfahren)

1. Einleitung

In den letzten 10 Jahren sind neben der Automatisierung der Fertigungsprozesse auch starke Bemühungen gemacht worden, die immer umfangreicher werdenden wirtschaftlich-organisatorischen Arbeiten zu mechanisieren. Die moderne Verwaltungstechnik bedient sich deshalb einmal einer verbesserten Bürotechnik, die durch leistungsfähigere Schreibmaschinen, Rechen-, Buchungs- und Registrierautomaten u. a. gekennzeichnet ist, und zum anderen mehr als bisher der Fernschreibtechnik und der Datenverarbeitung mittels Lochkarten- und elektronischen Rechenanlagen. All diesen Maschinen und Anlagen ist gemeinsam, daß ihre zu übermittelnden oder zu verarbeitenden Informationen, also ihre Ausgangswerte und ihre Daten, schriftlich in einer dem Menschen leicht verständlichen Form als Zahlen, Buchstaben, Zeichen od.ä. vorliegen und nach der Übermittlung, Speicherung oder Verarbeitung auch wieder in der gleichen Form schriftlich vorliegen müssen, um die Ergebnisse dem Menschen schnell wieder zugänglich zu machen.

Aus dieser Tatsache geht hervor, daß das Schreiben von Informationen jeglicher Art von grundlegender Wichtigkeit für die moderne Verwaltungstechnik ist, und ein großer Teil der dabei eingesetzten Maschinen muß in der Lage sein, maschinell Klarschrift zu erzeugen. Zwar sind die technischen Forderungen an die Schrifterzeugung je nach der Hauptfunktion des Gerätes oder der Maschine sehr unterschiedlich hinsichtlich Schriftqualität, Schreibschnelligkeit und Anfertigung von Kopien, aber das Grundproblem ist allen Schreib- und Druckwerken gemeinsam: mit möglichst geringem technischen Aufwand den Inhalt der Aufzeichnungen eindeutig, klar und schnell festzuhalten. Dabei spricht man einmal vom Schreiben, das andere Mal vom Drucken, ohne daß bisher eine eindeutige Begriffsbestimmung festgelegt wurde. In den folgenden Ausführungen soll mit Schreiben das Aneinanderreihen der einzelnen Schriftzeichen zeitlich nacheinander, wie z. B. bei Büro- und Fernschreibmaschinen, und mit Drucken das Aufzeichnen mehrerer Schriftzeichen zeitlich gleichzeitig, wie z. B. bei Tabelliermaschinen, bezeichnet werden.

Der Übersicht halber erscheint es zweckmäßig, zunächst einmal die benutzbaren Aufzeichnungsträger zusammenzustellen und dann das Schreiben und Drucken mittels mechanischer und elektrischer Mittel zu erörtern.

2. Aufzeichnungsträger

An den Aufzeichnungsträger werden im allgemeinen folgende Forderungen gestellt: Er soll flächenförmig ausgebildet und möglichst dünn sein, eine gewisse mechanische Festigkeit haben und sich möglichst billig herstellen lassen. Die mittels einer geeigneten Beschriftungsmethode aufgebrachten Aufzeichnungen sollen schließlich über längere Zeit gut lesbar erhalten bleiben.

Diese Forderungen erfüllt genügend widerstandsfähiges Normalpapier am besten, wobei vor allem mechanische Beschriftungsmethoden in Frage kommen. Sollen nichtmechanische Druckmethoden verwendet werden, so können präparierte Normalpapiere herangezogen werden, die durch geeignetes Tränken des Papiers mit einer Flüssigkeit oder Bestreichen mit einer Paste besonders empfindlich gemacht werden. Schließlich wurden in den letzten 10 Jahren die verschiedensten Spezialpapiere entwickelt, die man den gewählten Druck- oder Schreibmethoden in relativ weiten Grenzen anpassen kann und mit denen man hohe Aufzeichnungsgeschwindigkeiten erreicht hat. Andererseits dürfen aber auch die Nachteile solcher Spezialpapiere nicht übersehen werden: die Abhängigkeit des Verfahrens von dem Spezialpapier, die oft begrenzte Haltbarkeit und die höheren laufenden Kosten gegenüber Normalpapier. Im einzelnen kommen folgende besonderen Aufzeichnungsträger in Frage:

a) Wachspapier:

Auf einem satinierten Grundpapier ist eine andersfarbige Wachsschicht aufgebracht, die mittels eines Stichels entfernt werden kann und so eine Schriftspur eingraviert. Durch Veränderung der Schichtdicke und des Härtegrades des Wachses lassen sich die Eigenschaft des Papieres weitgehend beeinflussen. Das Papier dient in erster Linie zur Aufzeichnung langsamer Vorgänge. Es genügen Schreibkräfte von 5 bis 10 p, um eine gut lesbare Schrift zu erzeugen.

b) Fotopapier:

Fotopapiere werden mit sehr verschiedenen Empfindlichkeitsgraden nach DIN 4512 geliefert. Zur Erzeugung einer definierten Schwärzung ist eine bestimmte Belichtung erforderlich, die ein Produkt aus Beleuchtungsstärke und Zeit ist. Eine hohe Aufzeichnungsgeschwindigkeit kann also nur bei Benutzung sehr heller Lichtquellen erreicht werden. Der wesentliche Nachteil ist die erforderliche nasse Nachbehandlung. Es wurden deshalb direktschwärzende Fotopapiere entwickelt, die wesentlich unempfindlicher als normale Fotopapiere sind und durch normales Tageslicht kaum verändert werden. Sie benötigen keine Nachbehandlung, aber zur Schrifterzeugung sind um Größenordnungen hellere Lichtquellen erforderlich (z. B. Quecksilber-Höchstdrucklampen), wobei nur eine gute Fokussierung eine sofortige Schwärzung des Papiers erreicht. Bei Aufbewahrung des Schriftsatzes im Hellen tritt eine zunehmende Grundschwärzung ein, die die Lesbarkeit schließlich zerstören kann.

Zu den Fotopapieren kann man auch das ultra-violett-empfindliche Papier rechnen. Es ist ein Spezialpapier, das normal belichtet wird und zur Sichtbarmachung und Fixierung der Aufzeichnung nachträglich durch eine Quarzlampe, die ultraviolettes Licht liefert, bestrahlt werden muß.

c) Funkenregistrierpapier

Der Aufbau dieses Aufzeichnungsträgers ist folgender: Das satinierte Grundpapier ist aus Sulfatzellstoff hergestellt und zur Erzeugung einer guten Leitfähigkeit mit etwa 30 % amorphem Kohlenstoff (z. B. Gasruß) vermischt. Dieses schwarzaussehende, etwa 0,1 mm dicke Grundpapier wird mit einer Kaseinlösung bestrichen, die ein Gemisch aus Bleichlorid, Titanoxyd und Bindemitteln darstellt. Dadurch erscheint die Schichtseite hellgrau bis weiß, wobei das Titanoxyd die Schichtfarbe und damit die Kontrastwirkung der Schrift bestimmt, während das farblose Bleichlorid eine gewisse Leitfähigkeit erzeugt.

Die Beschriftung erfolgt durch 2 Elektroden, die die Ober- und Unterseite des Papiers berühren. Bei Vorhandensein einer Spannung zwischen den Elektroden und Fließen eines Stromes von etwa 10 mA erfolgt ein Abbrand der Schicht, so daß das schwarze Trägermaterial sichtbar wird und eine Schreibspur entsteht.

d) Elektrolytisches Papier

Es ist nur in feuchtem Zustande zu beschriften. Es müssen zwei Elektroden sowohl die Papieroberseite als auch -unterseite berühren und entsprechende Spannungen vorhanden sein. Der Farbumschlag erfolgt durch Jodverbindungen.

e) Xerografische Aufzeichnungsträger

Bei dem xerografischen Verfahren wird der fotoelektrische Effekt einiger Halbleiter wie z. B. Selen, Germanium, Zinkoxyd in reinster und kristalliner Form ausgenutzt, wobei diese ihren Widerstand unter Lichteinwirkung verändern. Mit diesen Halbleiterpräparaten wird ein Träger beschichtet, der eine gleichmäßige elektrostatische Aufladung seiner Oberfläche bei Dunkelheit erfährt. Wird nun die Schicht belichtet, so verlieren die beleuchteten Stellen an Ladung, da dort der Widerstand stark absinkt. Es entsteht dabei ein originalgetreues latentes Ladungsbild. Um dieses sichtbar zu machen, wird die Schichtfläche mit einem Haftpulver, einem Gemisch aus einem Träger und einem Toner, bestreut. Der Toner hat infolge Reibung seiner Partikel aneinander und am Träger ein bestimmtes Potential und enthält einen geeigneten Farbstoff. Beim Bestreuen erfolgt nun, je nach Ladung von Halbleiterschicht und Toner, Anziehung oder Abstoßung an den belichteten bzw. unbelichteten Stellen. Der Trägeranteil hat die Aufgabe, für die gleichmäßige Verteilung des Toners über die Oberfläche zu sorgen, wird aber vom Ladungsbild nicht beeinflußt und wird nach der Bestäubung wieder abgeschüttelt.

Es sind vor allem 2 Verfahren bekannt geworden, und zwar einmal das Verfahren mittels Selenplatten und zum anderen das direkte Verfahren mittels ZnO-Papier. Bei ersterem wird eine monokristalline, auf Metall aufgedampfte Selenschicht aufgeladen, belichtet und mit Pulver bestreut. Wird nun ein Blatt Papier auf diese Flächgelegt und dieses von der Rückseite her gleichmäßig aufgeladen, so überträgt sich das Farbpulver auf das Papier. Die Fixierung erfolgt z. B. durch Erwärmung. Das Bestreuen und Übertragen läßt sich sich oft wiederholen.

Bei dem zweiten Verfahren dient eine ZnO-Schicht auf einen Papierträger als Photohalbleiter, Bild 1. Das von der RCA (Radio Corporation of American) z. B. entwikkelte „Elektrofax-Papier“ benutzt ein Papier, das als Leiter betrachtet werden kann, da es im Mittel 3 % Feuchtigkeit enthält. Die Halbleiterschicht besteht aus reinem ZnO in einem Silikonharzbindemittel, deren maximale Empfindlichkeit durch Sensibilisatoren vom Ultraviolett nach längeren Wellenlängen (rot/grün) hin verschoben wird. Die Schicht wird bei Dunkelheit aufgeladen, wobei nach Bild 2 an Drähte, die parallel über die Papierbreite ausgespannt werden, eine Spannung von etwa 6 kV gelegt wird. Ein Koronakäfig schützt vor eventuellen Überschlägen. Nachdem das Papier das Feld mehrmals passiert hat, ist es an seiner gesamten Oberfläche auf etwa — 600 V aufgeladen.

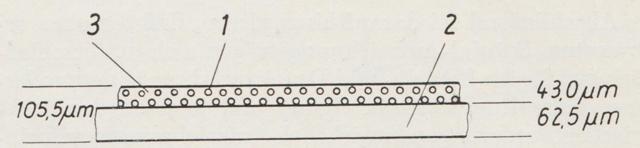
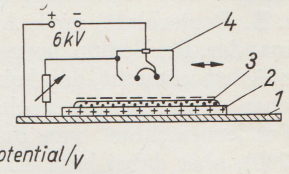


Bild 1. Aufbau eines Zinkoxydpapiers („Elektrofax“, RCA)
1 Zinkoxydpartikel *2* Grundpapier *3* Silikonharzbindemittel

Bei der Aufzeichnung trifft beispielsweise ein fokussierter Lichtstrahl die Halbleiterschicht, wobei das Potential im Auftreffpunkt unter — 200 V sinkt, d. h. er wird positiver, Bild 3. Ist der Toner beim Bestäuben ebenfalls auf — 600 V geladen, so tritt an den unbelichteten Stellen Abstoßung bzw. an den belichteten elektrostatische Anziehung auf, wobei der Toner haftenbleibt. Die Fixierung des Toners erfolgt durch Erwärmung oder Lösung im Dampf. Auch Einpressen in die Silikonharzschicht u. a. Verfahren sind möglich.



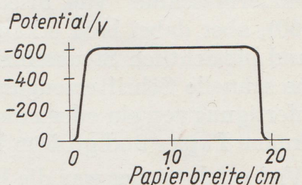


Bild 2. Sensibilisierung des Zinkoxydpapiers
1 Metallplatte *2* Papier *3* Emulsion *4* Koronakäfig

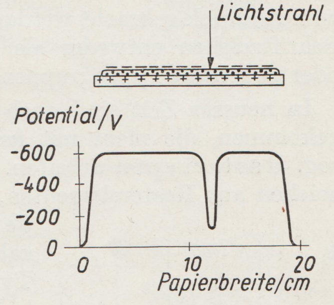


Bild 3. Belichtung des Zinkoxydpapiers

Die xerografischen Verfahren sind in den letzten Jahren stark in den Vordergrund getreten und werden wohl in der Zukunft in der Bürotechnik (z. B. Vervielfältiger) noch eine erhebliche Rolle spielen.

f) Magnetisierbare Aufzeichnungsträger

Neben der Ausnutzung elektrischer Felder (s. o.) lassen sich auch magnetische Felder zur Erzeugung von latenten Schriftbildern auf geeigneten Trägern heranziehen. Ein weichmagnetischer Träger wird z. B. durch ein ihn senkrecht durchsetzendes Magnetfeld je nach dem Schriftzeichen vertikal magnetisiert. Der remanente Magnetismus übt auf ein anschließend aufgestäubtes ferromagnetisches Farbpulver eine Kraftwirkung aus, wobei das latente Schriftbild sichtbar wird. Die Fixierung kann in gleicher Weise, wie oben erwähnt, erfolgen.

Als Trägermaterial kommen entweder die aus der Magnettontechnik bekannten Grundmaterialien auf Polyvinylchlorid-, Polyester- oder anderer Basis in Frage, wobei allerdings die Kostenfrage bei Blatt-Ausmaßen sehr ungünstig ausfällt, oder man verwendet ein mit Ferromagnetikum beschichtetes Papier.

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß die oben erwähnten Spezial-Aufzeichnungsträger sich unterschiedlich gut für die Schreib- und Druckverfahren in der modernen Verwaltungstechnik eignen und je nach den technischen Forderungen hinsichtlich Aufzeichnungsgeschwindigkeit, Güte der Schrift und Kopieanfertigung kritisch gewertet werden müssen.

3. Klarschrifterzeugung

Unter einem Schriftsatz versteht man heute allgemein eine Anordnung von Schriftzeichen verschiedener Art in einer Reihe nebeneinander (Zeile) und bei wesentlicher flächenhafter Ausdehnung des Aufzeichnungsträgers (z. B. Papierblatt) auch Anordnungen von Zeilen untereinander. Bei Beginn des maschinellen Schreibens hat man zunächst versucht, den beim Schreiben mit der Hand üblichen Schriftzug nachzubilden (z. B. „Schreibende Wundermaschine" von Friedrich Knaus aus dem Jahre 1760), aber dabei bald erkannt, daß der technische Aufwand hinsichtlich Steuereinrichtungen viel zu groß wird, eine schnelle Schrifterzeugung kaum möglich ist und die Anfertigung von ein oder zwei Durchschriften nur bei sehr dünnem Papier und großem Kraftaufwand erreichbar ist.

Viel erfolgreicher war die Benutzung fertiger Typen für die verschiedenen Schriftzeichen, so wie es beim Buchdruck üblich ist, obwohl dieses System den Nachteil hat, daß die erforderlichen Typen (z. B. etwa 100 bei einer Schreibmaschine) immer einsatzbereit in der Maschine vorhanden sein und auch möglichst schnell und einfach zum Abdruck gebracht werden müssen. Dabei werden die Schriftzeichen entweder als Einzel- bzw. Doppeltypen oder als größere Typengruppen in der Maschine angeordnet.

In neuerer Zeit sind auch Schriften zur Anwendung gekommen, die nicht mit fertigen Typen, sondern mit sog. Rastertypen arbeiten. Dabei werden die Schriftzeichen aus Rasterelementen, Bild 4, zusammengesetzt. Je nach der Größe und der Anzahl der Rasterelemente pro Typenfläche entsteht eine gut lesbare, punktförmige Schrift. Die für alle Schriftzeichen nur einmal vorhandenen Rasterelemente werden meist elektrisch angesteuert und man erreicht damit eine sehr hohe Schreibgeschwindigkeit, die in der Größenordnung von 100 Zeilen/s liegt.

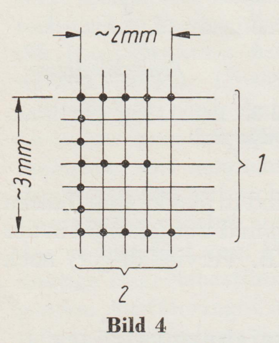


Bild 4

Beispiel einer Schrifterzeugung mittels Rasterelement
1 Horizontale Rasterelemente
2 vertikale Rasterelemente

Wie bereits zur Definition von Schreiben und Drucken darauf hingewiesen, können die Schriftzeichen zeitlich hintereinander (serienmäßig) oder gleichzeitig (parallel) erzeugt werden. Das serienmäßige Schreiben kommt meist bei Maschinen zur Anwendung, bei denen das Erzeugen von Schriftsätzen die Primärfunktion darstellt (z. B. Fernschreibmaschine), während Paralleldruckwerke bei Maschinen zur Anwendung kommen, bei denen diese nur zur Ausgabe der Informationen benutzt werden (z. B. Tabelliermaschinen, Buchungsautomaten). Bei letzteren steht meist die Anfertigung von vielen Durchschriften und eine qualitativ hochwertige Schrift nicht im Vordergrund, dagegen ist die Aufzeichnungsschnelligkeit oft von ausschlaggebender Bedeutung. Mitunter muß man Pufferspeicher vorsehen (z. B. Magnetband, Lochband, Matrixspeicher), um die Funktionsschnelligkeit der Maschine und die Aufzeichnungsschnelligkeit auszugleichen.

Die verwendeten Schriftformen sind sehr unterschiedlich, und Schrifthöhe und -breite sind den verwendeten Formularen angepaßt. In letzter Zeit ist dazu das Problem der automatischen Datenerkennung in den Vordergrund getreten, bei der man eine Wertangabe maschinell ohne Zwischenschaltung des Menschen aus einem Beleg od. ä. direkt ablesen will [8]. Es wurden Formen für Ziffern und Zeichen angegeben, die durch magnetische Leseköpfe eindeutig identifiziert werden können, aber auch für den Menschen lesbar sind. Der bisher erfolgreichste Vorschlag ist als E 13-Schrift bekannt geworden, Bild 5. Mittels ferrithaltiger Druckfarbe oder

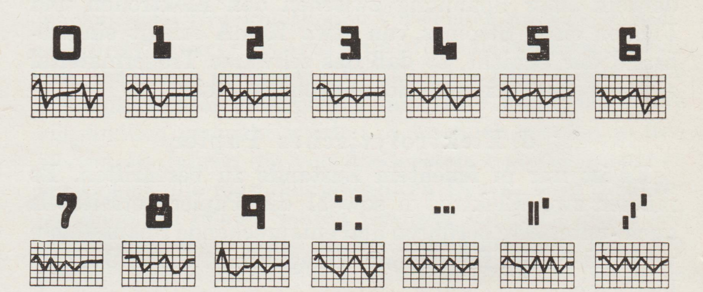


Bild 5. Formen der Ziffern 0 bis 9 und vier Zeichen der E 13-Schrift.

Schreibtinte werden die Ziffern und Zeichen auf dem Originalbeleg (z. B. Scheck) aufgebracht und in der Maschine mit Leseeinrichtung weiterverarbeitet. Die Wirkungsweise der dabei benutzten Leseköpfe beruht auf dem Prinzip der magnetischen Widerstandsänderung. Beim Durchführen der Ziffern und Zeichen durch den Luftspalt eines Magnetes, Bild 6, tritt entsprechend der Form des Schriftzeichens eine Änderung des magnetischen Flusses ein, der die in Bild 5 dargestellten charakteristischen Kurvenformen im Oszillographen ergibt. Diese Informationen werden dann elektronisch weiterverarbeitet. Banken und ähnliche Kreditinstitute sind mit großem Erfolg zu diesem Schriftverfahren übergegangen.

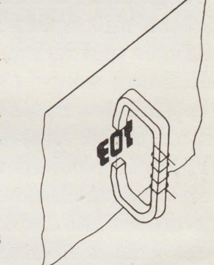


Bild 6. Prinzip des Lesekopfes für Magnetschrift

Die Klarschrifterzeugung selbst erfolgte in der Vergangenheit und zum größten Teil auch heute noch mittels mechanischer Mittel. In neuerer Zeit werden auch rein elektrische Mittel dazu herangezogen, wie dies bereits aus der Zusammenstellung der Aufzeichnungsträger hervorging.

4. Schrifterzeugung mit mechanischen Mitteln

Die mechanische Klarschrifterzeugung kann man, wenn man von den Vervielfältigungsverfahren absieht, prinzipiell auf 5 Einzelfunktionen aufbauen:

1. Maschinelle oder manuelle Auswahl des Schriftzeichens
2. Überführung des Schriftzeichengebers (z. B. Type, Stift, Schablone) in Arbeitsstellung
3. Farbgebung bzw. Vorbereitung derselben
4. Sichtbarmachung des Schriftzeichens
5. Rückführung der Aggregate in Ruhestellung.

Diese 5 Einzelfunktionen fallen bei den verschiedensten Verfahren zum Teil zeitlich zusammen, wie z. B. bei der Schreibmaschine Funktion 3 und 4. Außerdem spielt beim Schreiben bzw. Drucken auch noch die Möglichkeit der Vervielfältigung des Schriftstückes eine wesentliche Rolle. Werden mehrere „Durchschläge" gleichzeitig gefordert ($z > 0$), so muß eine gewisse kinetische Energie vorhanden sein (v_{Type} = groß), um dies zu erreichen. Die Schrifterzeugung erfolgt dann mittels Schlagen (z. B. Schreibmaschine). Ist gleichzeitig höchstens die Anfertigung von ein oder zwei Durchschlägen ($z \leqq 2$) nötig (z. B. Buchungsautomat), so kann mit wesentlich geringerer kinetischer Energie gearbeitet werden (v_{Type} = klein). Schließlich können sehr viele Kopien gebraucht werden ($z \gg 0$), dann ist die Anfertigung nur zeitlich nacheinander möglich, und man muß sich des Buchdruckprinzips bedienen: Anfertigung eines Originals und Abzug der gewünschten Kopien (z. B. Vervielfältigungsmaschinen).

Die einzelnen mechanischen Schreib- und Druckverfahren werden im folgenden nach den verwendeten Typen (Einzel-, Gruppen- und Rastertypen) unterschieden.

4.1. Schreiben mit Einzel- bzw. Doppeltypen

Einzel- bzw. Doppeltypen auf einer Typenfläche werden meist in Schreibwerken mit Serienschaltung dann angewendet, wenn das Erzeugen eines Schriftbildes als Primärfunktion der Maschine zu betrachten ist. Dies ist vor allem bei Büroschreibmaschinen der Fall. Als besondere Forderungen stehen möglichst leichte Bedienung, gutes Schriftbild und die Anfertigung von Kopien ($z > 0$) im Vordergrund. Es wird deshalb fast ausschließlich die Schriftbilderzeugung durch Schlagen angewendet. Die Umschaltung von der unteren zur oberen Type erfolgt entweder durch Drehpunktverlagerung oder durch Schreibpunkthebung.

Auf die Probleme bei manuell angeschlagenen Schreibmaschinen ist wiederholt eingegangen worden, so daß hier diese nicht erörtert werden sollen [1] ··· [4], [13]. Neuer sind die Probleme der elektromechanisch angetriebenen Schreibmaschinen, bei denen man die Bewegungsenergie eines Elektromotors zur eigentlichen Schrifterzeugung benutzt und beim Anschlagen der Tasten nur noch die Kupplungsvorgänge zwischen einer dauernd rotierenden Walze und den ausgewählten Typenhebelgetrieben ausgelöst wird [5]. Elektromagnete fanden bisher wegen ihrer hohen Ansprechzeiten, ihres Raumbedarfes, ihrer Wärmeentwicklung und der Ausführung der Nebenfunktionen keine Verwendung.

Das Kernproblem der elektromechanischen Schreibantriebe ist die oben genannte Kupplung zwischen Walze und Antrieb. Man kann zwei Grundformen, Bild 7, bei der Übertragung des Drehmomentes unterscheiden: entweder tangentiale oder radiale Übertragung. Konstruktiv ist außerdem eine kraft- oder formschlüssige Ausführung möglich. Bei den tangential wirkenden Kupplungen finden beide konstruktiven Ausführungen Anwendung (tangential formschlüssig in Bild 8, tangential kraftschlüssig in Bild 9), während bei den radialen Kupplungen nur das kraftschlüssige Prinzip günstige Eingriffsverhältnisse ergibt (Bild 10). Alle heute gebräuchlichen elektromechanischen Typenhebelantriebe arbeiten nach den genannten 3 Prinzipien, lediglich die konstruktiven Ausführungen sind je nach der Eigenart der Maschine abweichend ausgeführt. Der Funktionsablauf ist daher bei allen Antrieben im Prinzip der gleiche: Durch das Anschlagen einer Taste wird mittels Übertragungsgliedern das Kupplungsglied des Typenhebelantriebes in den Bewegungsbereich der einseitig verzahnten, rotierenden Antriebswelle gebracht (Bild 8) oder an den Umfang einer mit starkem Reibungsbelag versehenen Antriebswalze gedrückt (Bild 9 und 10). Mit dem Wirksamwerden der Kupplung beginnt der Bewegungsablauf des Typenhebelantriebes nunmehr ohne

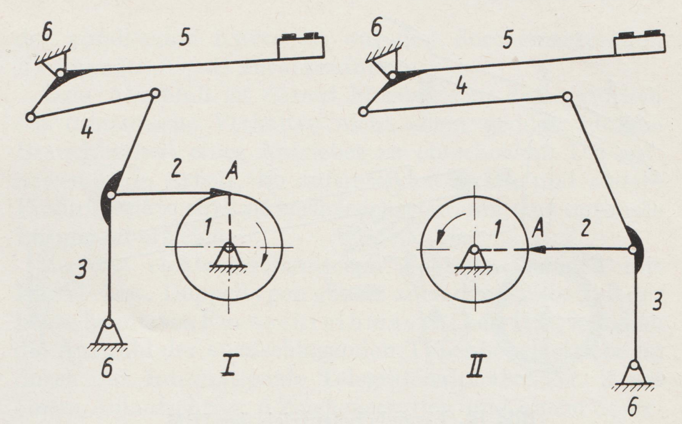


Bild 7. Grundformen elektromechanischer Antriebe
1 Antriebswalze *2* ·· *5* Getriebeglieder *6* Gestell

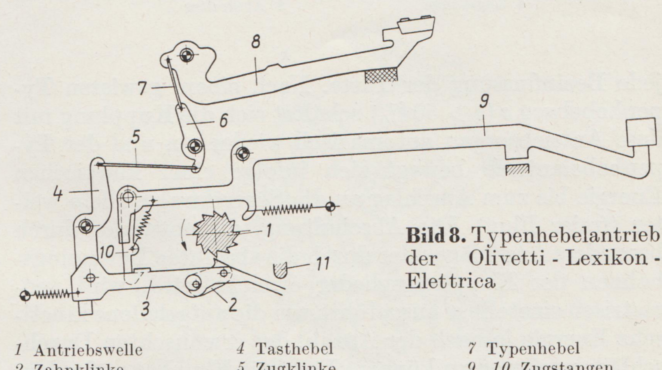


Bild 8. Typenhebelantrieb der Olivetti-Lexikon-Elettrica

1 Antriebswelle
2 Zahnklinke
3 Übertragungshebel
4 Tasthebel
5 Zugklinke
6, 8 Zwischenhebel
7 Typenhebel
9, 10 Zugstangen
11 Abstreifer

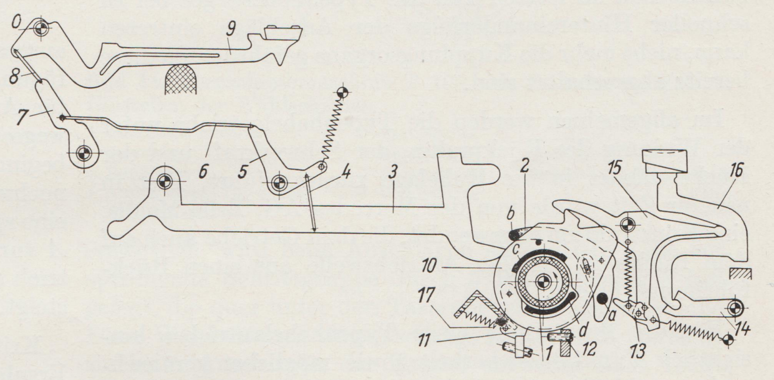


Bild 9. Typenhebelantrieb der Hermes-Ambassador-Electric
1 Antriebswelle
2 Übertragungshebel mit Bolzen *a* und *b*
3 Antriebshebel
4, 6, 8 Zugstangen
5, 7 Zwischenhebel
9 Typenhebel
10 Kupplungsscheibe mit fester Kupplungsbacke *c*
11 Kupplungshebel mit beweglicher Kupplungsbacke *d*
12 verstellbarer Anschlag
13 Übertragungsklinke
14 Lenker
15 Auslösehebel
16 Tasthebel
17 Rückholfeder

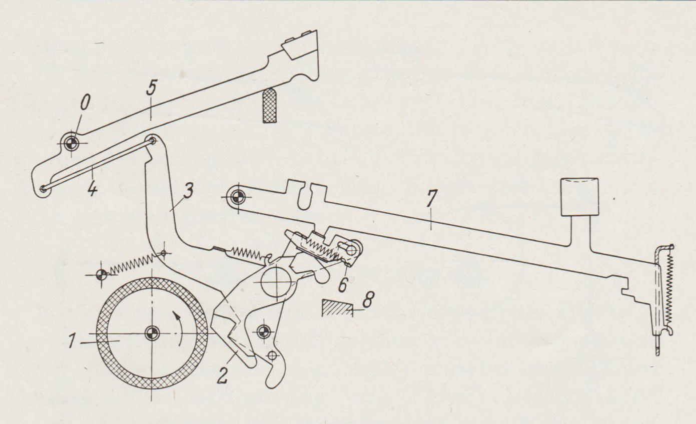


Bild 10. Typenhebelantrieb der IBM

1 Antriebswelle
2 Exzenterhebel
3 Zwischenhebel
4 Zugstange
5 Typenhebel
6 Klinke
7 Tasthebel
8 Abstreifer

jede Beeinflussung der Taste. Nach einem gewissen Typenhebelweg s ($s > 50\,^0/_0$) schaltet sich die Kupplung mit dem Antriebsorgan automatisch wieder ab, und der Typenhebelantrieb bewegt sich infolge einer kinetischen Energie bis zum Anschlag an die Schreibwalze allein weiter (freier Flug). Die Abschaltung, die entweder durch besondere Anschläge oder durch die absoluten Bewegungsbahnen der Kupplungsglieder erreicht wird, wird geometrisch einstellbar ausgeführt, um die aufgeladene kinetische Energie je nach der Anzahl der erwünschten Durchschläge variieren zu können. Der freie Flug hat außerdem den Vorteil, daß bei einer Typenhebelverklemmung, die bekanntlich im letzten Teil des Typenhebelweges bei zu schneller Hintereinanderfolge der Anschläge eintreten kann, nicht mehr die Kupplungsorgane gefährdet, da diese bereits abgeschaltet sind.

Im allgemeinen werden die Typenhebelgetriebe unter der Wirkung des Rückpralles, der Schwerkraft und der Rückstellfeder in die Ruhelage zurückgeführt. Erst in neuerer Zeit wurde von der Mercedes AG, Zella-Mehlis, eine Konstruktion angewendet, die dem Getriebe auch auf dem Rückwege von der Antriebswelle aus einen Rückführimpuls erteilt.

Für die Beurteilung eines Typenhebelantriebes hinsichtlich Funktionssicherheit sowie möglichst geräusch- und verschleißarme Arbeitsweise sind die dynamischen Verhältnisse beim Kupplungsvorgang heranzuziehen [6]. Dabei läßt sich bekanntlich jedes zwangsläufige Getriebe auf die dynamisch gleichwertige Bewegung eines Punktes mit veränderlicher Masse bzw. veränderlichem Massenträgheitsmoment zurückführen. Als solcher kommt hier die Eingriffsstelle A (Bild 7) zwischen Antriebswelle und Getriebe in Frage.

Das auf Punkt A reduzierte Massenträgheitsmoment ergibt sich aus der Beziehung

$$\Theta_{\text{red}} = \sum_{n=1}^{T} \Theta_{\text{n}} \cdot i_{\text{n A}}^2$$

und für das erforderliche Drehmoment unter Vernachlässigung der Reibung, der relativ geringen statischen Kräfte und unter Voraussetzung eines gleichförmigen Antriebes

$$M_{\text{d}} = \frac{\omega_{\text{A}}^2}{2} \cdot \frac{d\,\Theta_{\text{red}}}{d\,\varphi} \sum_{n=1}^{T} \Theta_{\text{n}} \cdot i_{\text{n A}} \cdot \varepsilon_{\text{n}} \,.$$

Hierin bedeuten:

Θ_{red} = auf den Eingriffspunkt A reduziertes Massenträgheitsmoment des gesamten Getriebes [g · cm²]
Θ_{n} = Massenträgheitsmoment des Teiles n [g · cm²]
$i_{\text{n A}}$ = Übersetzung des Teiles n im Vergleich zum Angriffspunkt A an der Antriebswalze [—] $= \frac{\omega_{\text{n}}}{\omega_{\text{A}}}$
φ = Drehwinkel [—]
ω = Winkelgeschwindigkeit [s⁻¹]
ε = Winkelbeschleunigung [s⁻²]
M_{d} = Drehmoment [kp · cm]

Für zwei der dargestellten Typenhebelantriebe (Bild 8 und 10) wurden die erforderlichen Drehmomente ermittelt und in Bild 11 dargestellt. Dabei ist zeitlich vor-

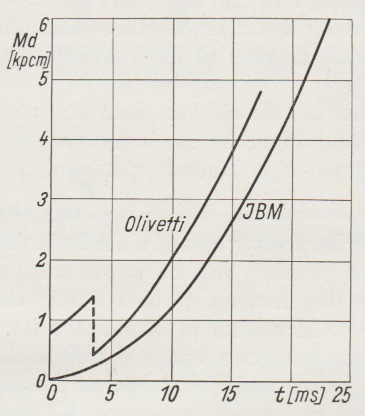


Bild 11. Theoretischer Verlauf des dynamischen Kupplungs-Drehmomentes

ausgesetzt, daß für den Antrieb etwa 20 bis 25 ms zur Verfügung stehen (etwa 25 Hz Anschlagfrequenz ≙ 40 ms für Antrieb, freien Flug und einen Teil des Rückkehrweges). Bei dem verzahnten Klinkenantrieb (Olivetti) beginnt die M_{d}-Kurve mit einem Sprung und wird dann nochmals durch eine Unstetigkeit unterbrochen, die auf eine sprunghafte Vergrößerung des wirksamen Radius bei A zurückzuführen ist, während bei dem Reibkurvenantrieb (IBM) die Kurve im Nullpunkt beginnt und stetig steigt. Der Zeitbedarf ist allerdings größer.

Kritisch muß dazu gesagt werden, daß die theoretischen Ergebnisse weder die bereits genannten Einflüsse berücksichtigen noch die Nebenfunktionen wie Farbbandhebung, Wagentransport u. a. erfassen können. Praktische Messungen des aufzuwendenden Drehmomentes ergeben ein klareres Bild vom dynamischen Ablauf. Piezoelektrische Drehmomentenmesser, die zwischen Motor und Antriebswelle eingeschaltet wurden, ergaben für die beiden genannten Typenhebelantriebe die in Bild 12 und 13 dargestellten Oszillogramme. Dabei stellt Kurve I den Verlauf des Drehmomentes dar, Kurve II die Abstreifbewegung des Kupplungsteiles (nur bei Bild 12) und Kurve III Beginn und Ende der Typenhebelbewegung.

Bei dem Olivetti-Antrieb, Bild 12, ist ganz deutlich der steile Anstieg des Drehmomentes bei Beginn der Typenhebelbewegung zu erkennen, bis der je nach Durchschlagskraft verschieden eingestellte Abstreifvorgang einsetzt, wobei das erforderliche Drehmoment etwa konstant bleibt. Nach Beendigung der Entkupplung fällt das Drehmoment schlagartig ab. Die auftretenden Schwingerscheinungen sind auf Relativbewegungen der Zahn-

klinke und auf Lager- und Gelenkspiele im Getriebe zurückzuführen.

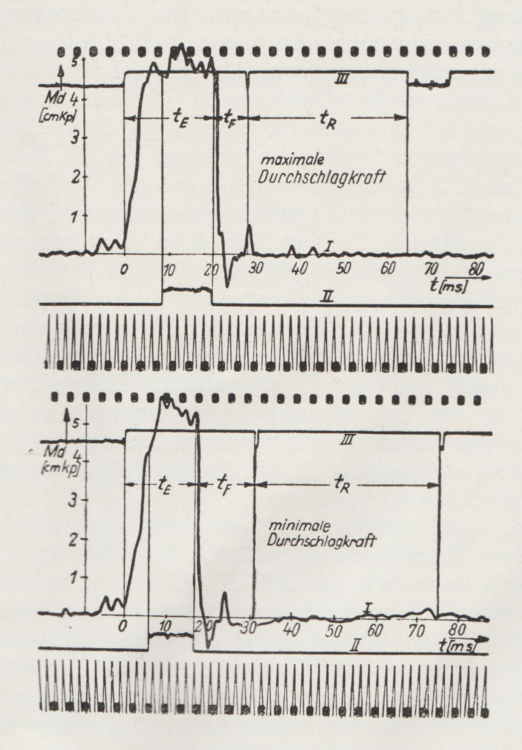


Bild 12
Drehmomentenverlauf eines Zahnwellenantriebes (Olivetti)

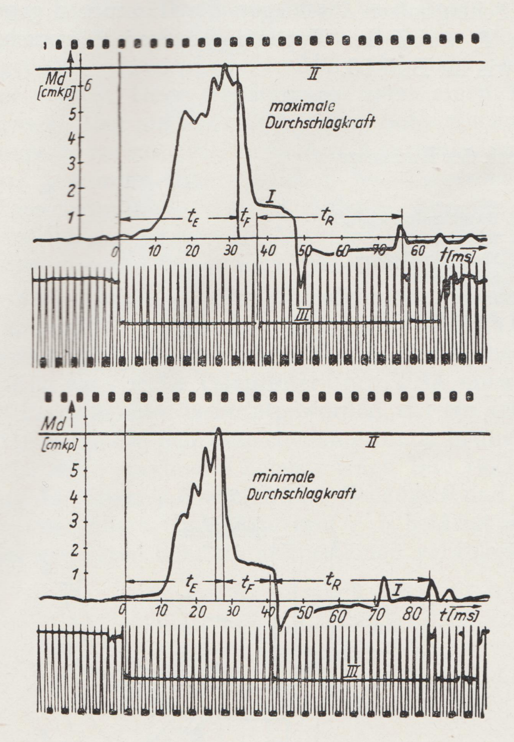


Bild 13. Drehmomentenverlauf eines Reibkurvenantriebes (IBM-Exekutive)

Im Bild 13 sind die Kurvenverläufe der IBM-Exekutive dargestellt. Bei diesem Reibkurvenantrieb steigt das Drehmoment erst nach einem gewissen Typenhebelweg steiler an und bestätigt damit die theoretischen Ergebnisse aus Bild 11. Der erneute Drehmomentbedarf in der abfallenden Kurve ist auf den dort einsetzenden Farbbandtransport zurückzuführen.

Zum Abschluß ist darauf hinzuweisen, daß natürlich das dynamische Verhalten nicht allein genügt, um die Brauchbarkeit eines Antriebes zu entscheiden. Die aufzuwendende Arbeit, die auftretenden Kräfte und andere Einflußpunkte sind zu berücksichtigen, um eine optimale Lösung zu erzielen.

Zu den elektromechanischen Schreibmaschinen mit Einzel- bzw. Doppeltypen gehört auch der größte Teil der heute benutzten Fernschreibmaschinen [12], lediglich die Auswahl der anzuschlagenden Typenhebelgetriebe ist durch das Internationale Telegrafenalphabet Nr. 2 mit einem Anlaufschritt, 5 Zeichenschriten und einem Sperrschritt gekennzeichnet. Als Beispiel sei die Einstellung der Wählschienen und das Schreibwerk der T 100 von Siemens und Halske, München, genannt. Wie aus Bild 14

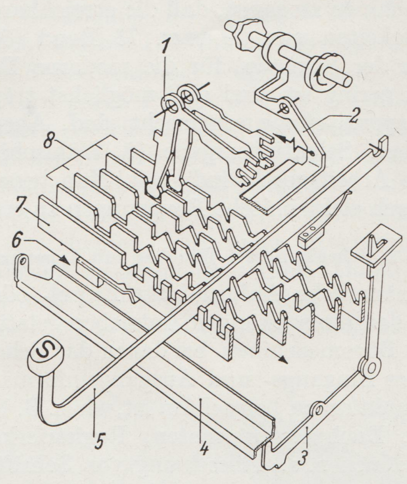


Bild 14. Fernschreibmaschine T 100 von Siemens u. Halske: Einstellen der Wählschienen

1 Übertragungshebel
2 Sperrbügel
3 Doppelhebel
4 Auslöseklappe für Sender
5 Tastenhebel
6 Rastfeder
7 Sperrschiene für Buchstaben- oder Ziffern-[reihe
8 Wählschiene

ersichtlich, wird beim Anschlagen einer Taste *5* die entsprechende Schrittgruppe durch 5 Wählschienen *8* festgelegt, die quer unter den Tastenhebeln angeordnet sind. Diese Wählschienen tragen schräge Einschnitte, durch die sie beim Anschlagen der Tasten entweder nach rechts (Stromschritt) oder nach links (Pausenschritt) verschoben werden. Die Übertragungshebel *1* stehen im Eingriff mit den Wählschienen und leiten deren Stellung auf den Sendemechanismus weiter. Ein nockengesteuerter Sperrbügel *2* sichert während des Aussendens einer Schrittgruppe deren Lage.

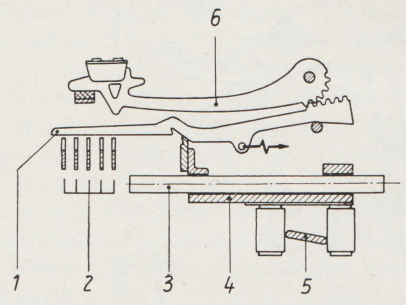


Bild 15. Fernschreibmaschine T 100 von Siemens u. Halske: Schreibvorgang.

1 Zugstange
2 Wählsegment
3 Achse
4 Schreibschieber
5 Schreibschwinge
6 Typenhebel

Beim Schreiben werden, wie aus Bild 15 ersichtlich, zunächst die Wählsegmente *2* durch die ankommenden Impulse entsprechend der Stellung der Wählschienen beim Sender verschoben. so daß beim Abfühlen die entsprechende Zugstange einfallen kann. Vorher hält der Schreibschieber *4* die Zugstangen so weit angehoben, daß sich die Wählsegmente frei bewegen können. Wenn sich nach der Einstellung die Schreibschwinge *5* nach links bewegt, nimmt sie den auf der Achse *3* gleitenden Schreibschieber *4* mit und die angesteuerte Zugstange *1* kann infolge der Aussparung in die durchgehende Nut einfallen. Dabei wird sie vom Schreibschieber erfaßt und mit nach links bewegt. Infolge der Verzahnung zwischen Zugstange *1* und Typenhebel *6* wird letztere bis etwa 2/3 seines Weges angetrieben. Im lezteren Drittel bewegt er sich frei weiter bis zum Abdruck.

Kritisch ist zu den rein mechanisch wirkenden Fernschreibmaschinen zu sagen, daß die erreichbaren Schrittgeschwindigkeiten von 50 bzw. 75 Baud (50 bzw. 75 Schritte in der Sekunde) für die moderne Fernschreibtechnik zu gering ist, und daß möglichst trägheitsarme Typentransportsysteme erwünscht sind. Aber auch die mechanischen Selektionsorgane (5 Wählschienen) verringern die Arbeitsgeschwindigkeit. Man versucht daher letztere durch elektronische Baugruppen zu ersetzen.

4.2. Schreiben oder Drucken mit Typengruppen

Da der räumliche Aufwand für Einzel- oder Doppeltypen mit den dazugehörigen Antrieben relativ groß ist, verwenden Büromaschinen, bei denen das Schreiben oder Drucken der Eingangs- und Ausgangsinformationen nur als Nebenfunktion zu betrachten ist, wie z. B. bei Rechenmaschinen, Buchungsautomaten, Registrierkassen, Tabelliermaschinen u. a., Anordnung von Schriftzeichen in größeren Gruppen. Die Ausbildung der Typenträger bzw. der Typenflächen wird dabei eben, zylindrisch, prismatisch und kugelförmig vorgenommen. Die Ansteuerung der Typen muß dann möglichst geschickt in die Gesamtkonstruktion eingebaut werden. Als Beispiel für die e b e n e A n o r d n u n g der Schriftzeichen 0 · · · 9 sei das Druckwerk der Ascota Kl. 170, Bild 16, genannt [9]. Beim Abfühlen der eingetasteten Stellstücke bewegen sich die Zahnstangen *1* nach links. Dabei werden auch die Winkelhebel *2* verschwenkt und die Typenstangen *3* gehoben. Befinden sich die genannten Teile in ihrer Arbeitslage und wurden arretiert, so sorgen Abzugsklinken *6* durch Verschwenken nach rechts für die gleiche Bewegung der Arretierklinken *5* und für Freigabe der Hämmer *4*. Diese schlagen unter Wirkung von kräftigen Federn gegen die Typenstangen *3* und bringen dadurch die eingestellten Ziffern zum Abdruck an der Schreibwalze *10*. Hammereinlesebügel *7* bringen das Hammerwerk wieder in Ruhestellung, während Retourierschiene *12* die übrigen Teile in Ausgangslage zurückführt.

Buchungsautomaten sind oft auch noch mit einem einfachen Schreibwek ausgerüstet, mit dem man Text schreiben kann. Wie aus Bild 16 ersichtlich, ordnet man dafür ein zylindrisches Typenrad *11* über dem Druckwerk an und sorgt durch Absenken der Typenstangen um den Betrag *A* dafür, daß das Typenrad *11* an die Schreibwalze *10* schlagen kann. Vorher wird das Typenrad durch mechanische Getriebe so verschwenkt, daß die angesteuerte Type der Schreibwalze gegenübersteht.

Mitunter werden auch Einzeltypen, die unter Federwirkung stehen, in ebene Typenträger angeordnet, Bild 17. Über Schlagbolzen *3* schlagen die Hämmer *4* gegen die Typen *1*, wobei der Typenträger *2* nicht verschwenkt wird, wie im Bild 16.

Bild 16. Druck- und Schreibwerk des Buchungsautomaten Ascota Kl. 170

1 Zahnstange
2 Winkelhebel
3 Typenstange
4 Hammer
5 Arretierklinke
6 Abzugsklinke
7 Hammereinlesebügel
8 Hauptantriebswelle
9 Nichtschreibbügel
10 Schreibwalze
11 Typenrad
12 Retournierschiene

Bild 17
Druckwerk einer schreibenden Addiermaschine

1 Type
2 Typenträger
3 Schlagbolzen
4 Hammer
5 Hammerarretierklinke
6 Abzugsklinke

Als ein zweites Beispiel für die Anordnung vieler Typen auf einer Zylinderfläche müssen die Schnelldrucker, die insbesondere in den datenverarbeitenden Maschinen als Informationsausgabe benutzt werden, genannt werden. Das Prinzip solcher „fliegender" Druckwerke ist in Bild 18

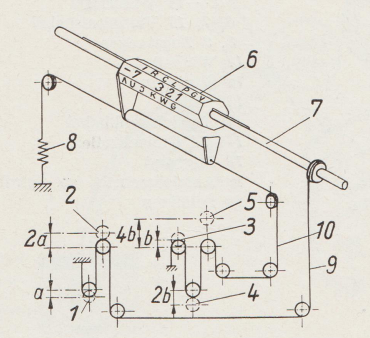


Bild 18. Prinzip eines Schnelldruckers

1 Typenrad
2 Druckhammer
3 Farbband
4 Papier
5 Druckmagnet
6 Transporteinrichtung

dargestellt. Dabei rotiert für jede Druckstelle (bis zu 150 in der Zeile) ein Typenrad *1* mit hoher und genau definierter Drehzahl. Ein Druckhammer *2* ist in geringer Entfernung angeordnet und wird von einem Druckmagneten *5* beeinflußt. Papierbogen *4* und Farbband *3* werden zwischen Typenrad und Hammer hindurchgeführt. Beim Anziehen des massearmen Ankers werden Hammer, Papier und Farbband kurzzeitig gegen das Typenrad geschlagen. Das Anziehen des Druckmagnnten wird durch elektronische Einrichtungen so gesteuert, daß ein möglichst zeilengerader, unverwischter Abdruck vieler Schriftzeichen erfolgt. Diese Forderungen setzt einen Druckhammeranschlag auf etwa 100 μs und hohe mechanische Genauigkeit voraus. Die vielfachen Konstruktionen, die bekannt geworden sind, erreichen im allgemeinen eine Druckgeschwindigkeit von 10 Zeilen/s, fertigen bis zu 4 Durchschlägen an und die Anzahl der auf dem Typenrad angeordneten Typen schwankt zwischen 50 und 70.

Für Schreibwerke, also für die serienmäßige Entstehung des Schriftbildes, benutzt man mitunter die prismatische Anordnung für die Schriftzeichen. In der Fernschreibtechnik ist der von der Teleprinter Corp, USA, entwickelte MITE-Fernschreiber bekanntgeworden, der ein achtseitiges Prisma für die Schriftzeichenanordnung benutzt, das auf jeder Seite maximal 8 Zeichen trägt, Bild 19. Die Bewegung des Prismas 6 erfolgt über Seilzüge *9* und *10*, die durch verstellbare Umlenkrollen 1···5 betätigt werden. Dei beiden ersten Schrittkombinationen veranlassen die

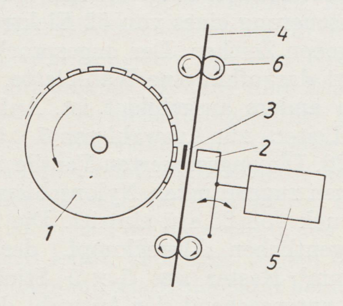


Bild 19. Schreibwerk des MITE-Fernschreibers

1···5 Einstellrollen
6 Typenprisma
7 Führung
8 Rückholfeder
9 Seilzug I
10 Seilzug II

Drehbewegung des Prismas. Mit Rolle *1* läßt sich das Prisma um 90 °, mit Rolle *2* um 180 ° drehen, so daß sich insgesamt *4* verschiedene jeweils um 90 ° versetzte Typenreihen einstellen lassen (Buchstaben oder Zeichen). Eine zusätzliche Einrichtung (im Bild 19 nicht dargestellt) verdreht mittels des Seilzuges *9* das Prisma bei Betätigung der Buchstaben- oder Zeilentaste um 45 °, so daß insgesamt alle 8 Typenreihen angesteuert werden können.

Da auf einer Prismaseite maximal 8 Schriftzeichen angeordnet sind, müssen 3 Umlenkrollen 3···5 im Seilzug *10* vorgesehen werden. Diese werden durch die Code-Elemente *3* bis *5* verstellt. Die Rolle *3* verschiebt das Prisma um 1 Schritt *b*, die Rolle *4* um die Schritte 2 *b* und die Rolle *5* um die Schritte 4 *b*. Durch entsprechende Kombination aller 3 Schritte können alle 8 axialen Stellungen des Prismas erreicht werden. Da das Papier innerhalb einer Zeile stillsteht, muß der Schriftabstand durch eine zusätzliche Betätigung des Seilzuges *10* bei jedem Anschlag erreicht werden. Der Abbildungsvorgang selbst wird durch einen Schreibhammer vorgenommen, der ein Farbband von vorn gegen Papier und Type schlägt. Es entstehen saubere Abdrücke, allerdings ohne Durchschläge.

Ein ähnliches Schreibwerk wird auch in dem elektronischen Datenverarbeitungssystem IBM 305 RAMAC verwendet [10]. Der „Drucker 370" dient dort zur Ausgabe der errechneten, auf einer Magnettrommelspur (Pufferspeicher) zusammengestellten Daten, also zur Rechnungs- und Listenschreibung u. ä. Das Schreibwerk, Bild 20, besteht aus einem horizontal liegenden Schreib-

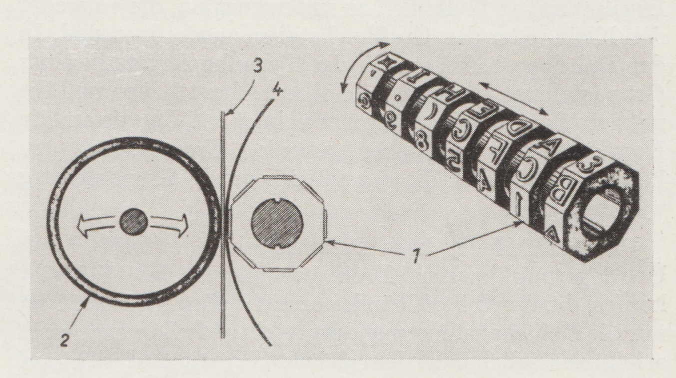


Bild 20. Schreibstab des Schreibwerkes IBM 370

1 Schreibstab
2 Scheibenförmiger Hammer
3 Schreibpapier
4 Farbband

stab *1* von achteckigem Querschnitt mit je 7 Schriftzeichen pro Fläche. Die Einstellung der 56 Schriftzeichen erfolgt über Stahlbänder. Der Abdruck erfolgt mit einem scheibenförmigen Hammer *2*, der von hinten gegen das Papier *3* geschleudert wird. Ebenfalls steht das Schreibformular während einer Zeile still und das Schreibwerk wird an diesem mittels eines Schlittens vorbeigeführt. Die erreichbare Schreibgeschwindigkeit beträgt 50 Zeichen/s. Auch hier spricht man von „fliegendem" Schreiben, da Schreibstab- und Hammerschlitten während des Hammeranschlages nicht stehenbleiben.

Die Anordnung von Typen auf Kugelflächen ist in der Entwicklungsgeschichte der Schreibmaschine wiederholt, aber bisher erfolglos vorgeschlagen worden. Die im Jahre 1961 auf dem Markt erschienene elektromechanische Schreibmaschine „IBM 72" nimmt diese Anordnung wieder auf und bestätigt die Schreibkugel mittels bereits oben erwähnter Zugmittelsteuerungen, Bild 21 [7]. Ebenfalls steht während des Schreibens einer Zeile der Auf-

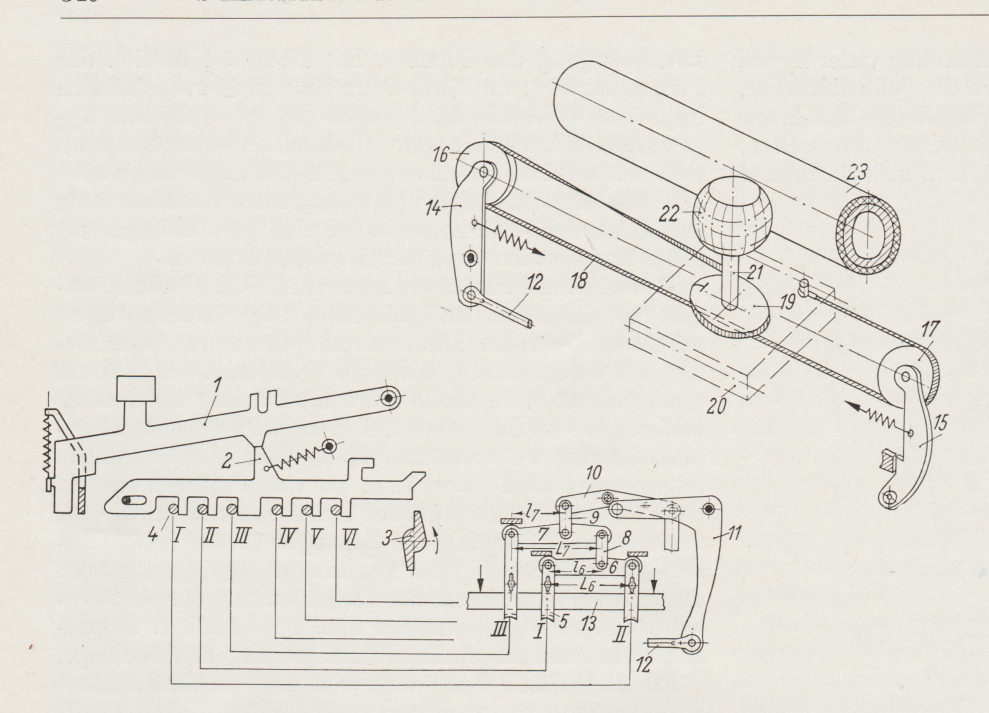


Bild 21
Einstellgetriebe des kugelförmigen Typenträgers bei IBM 72

1 Tasthebel
2 Kamm
3 Nockenwelle
4/I···VI Universalschienen
5/I···II Wählriegel
6, 7, 10 Verhältnishebel
8, 9 Zugstangen
11 Winkelhebel
12 Zugstange
13 Wippe
14, 15 Schwenkhebel
16, 17 Umlenkrollen
18 Zugband
19 Antriebsscheibe (m. Spiralfeder)
20 Schlitten

zeichnungsträger still und der Schreibkopf bewegt sich mittels eines Schlittens über diesen hinweg. Die 88 Typen füllen nicht die gesamte Kugeloberfläche aus, sondern sind in 4 horizontalen Zonen und 22 senkrechten Reihen angeordnet. Weiterhin ist funktionsmäßig zwischen 2 „Halbkugeln" mit je 11 Reihen zu unterscheiden, die entweder den Klein- oder den Großbuchstaben zugeordnet sind. In der Ruhelage befindet sich der Typenkopf stets in einer Grundstellung, die durch die oberste der 4 Zonen und die mittlere der 11 Reihen gekennzeichnet ist. Um die andere Kugelhälfte heranzuziehen, ist die „Umschaltung" zu betätigen, wodurch die gegenüberliegende Grundstellung wirksam wird.

Die Einstellung eines Schriftzeichens erfolgt durch Überlagerung zweier Drehbewegungen des Schreibkopfes, die durch Stahlbänder erreicht wird. In Bild 21 ist nur die Reihenansteuerung dargestellt. Die Zonenauswahl erfolgt zusätzlich nach dem gleichen Prinzip und wirkt auf eine zweite über Scheibe *19* liegende Antriebsscheibe. Ihre Verbindung zum Schreibkopf *22* wird über ein Kegelradgetriebe hergestellt, das zusammen mit einem doppelten Kardangelenk zwischen Scheibe *19* und dem Schreibkopf *22* die kombinierte Dreh- und Nickbewegung gestattet. Die Abdruckbewegung wird mittels einer Kurvenscheibe durch eine kleine Drehbewegung einer der Schlitten-Führungsschienen an jeder beliebigen Stelle des Schreibkopfes erreicht.

Die dargestellte Reihenansteuerung erfolgt für die zwei Kugelhälften mittels Hebel *15* (Umschaltung). Die Ansteuerung der 2 × 5 Reihen pro Kugelhälfte wird über Hebel *14* und ein Differential-Hebelgetriebe mit *5* „positiven" oder „negativen" Schritten erreicht. Der Auswahlvorgang wird beim Anschlagen einer Taste *1* durch die Kämme *2* mit spezifischer Kombination von 6 Zähnen vorbereitet (Zahn I···IV für Reihenauswahl, V und VI für Zonenauswahl). Nockenwelle *3* verschiebt nach dem Anschlag die Universalschienen 4/I···VI je nach Kombination. Dies hat zur Folge, daß für die Reihenauswahl die Wählriegel 5/I···III so verlagert werden, daß sie in den Bereich der Wippe *13* kommen und dann je nach Kombination der Hebel die Schritte *1* bis *5* über die Teile 10, 11, 12 und 14 in der einen Drehrichtung des Typenkopfes ergeben. Bei Betätigung der Universalschiene 4/IV erfolgt eine Verlagerung des Drehpunktes von Hebel *10* und die Drehung des Typenkopfes erfolgt in der anderen Richtung, so daß insgesamt 2 × 5 Schritte möglich sind.

Die erreichbare Abdruckfrequenz wird mit 16 Zeilen/s angegeben, wenn die Nockenwelle *3* nach 180° Drehung sofort den nächsten angeschlagenen Kamm *2* erfassen kann. Erfolgt schon vorher der nächste Tastenanschlag, kann dieser Befehl bis zur nächsten Arbeitsstellung der Nockenwelle *3* gespeichert werden.

4.3. Schreiben und Drucken mit Rastertypen

Wie bereits betont, ist man schon seit längerem bemüht, den Aufwand räumlich und auch massemäßig für Schreib- und Druckwerke so klein wie möglich zu halten und außerdem die Schreibschnelligkeit zu steigern. Es lag deshalb nahe, nicht mehr eine bestimmte Anzahl fertiger Typen zur Schrifterzeugung zu benutzen, sondern die Typen erst beim Schreiben oder Drucken entstehen zu lassen. Es macht sich dann eine Aufteilung der Schriftfläche in Einzelelemente nötig, die in den verschiedenen Kombinationen die Schriftzeichen ergeben, wie dies bereits in Bild 4 gezeigt wurde. Zwei der bisher bekanntgewordenen Konstruktionen sollen als Beispiel dienen. Creed und Co entwickelte eine Fernschreibmaschine Modell 1000, die mit einer 5 × 5 Rasterschrift arbeitet. Ein Zeichenumsetzer dient zur Ansteuerung eines von 52 Elektromagneten je nach empfangenen Zeichen. Der angesprochene Elektromagnet steuert daraufhin eine Wählplatte, die für jedes Schriftzeichen anders ausgebildet ist. Auf diese Weise werden 5 × 5 Leitern zur Auswahl von 5 × 5 Ventilen gesteuert. Bild 22. Die angesteuerten Ventile öffnen die Zuleitung der ihnen zugeordneten Nylonschläuche, in die Öl mit einem Druck von 25 atü eintritt. Die 25 Schläuche enden im eigentlichen Druckknopf, der aus einem 2,02 × 2,54 mm² Raster aus 5 × 5 Sticheln besteht. Diese werden entsprechend der Auswahl durch den Öldruck gegen Farbband und Papier gepreßt und erzeugen so den Abdruck des ausgewählten Schriftzeichens. Diese Mosaikschrift mit ihrem geringen mechanischen Aufwand

erzielt eine Steigerung der Schreibgeschwindigkeit um das 15fache gegenüber anderen mechanischen Fernschreibmaschinen. — Der Schnelldrucker der Standard-Elektric-Lorenz ist nach dem gleichen Prinzip gebaut.

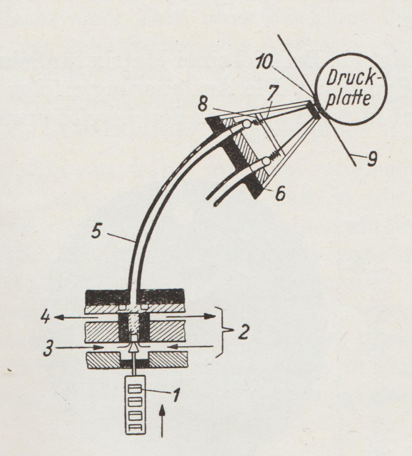


Bild 22. Raster-Schreibwerk des Creed 1000

1 Leitern für das Auswählen der Ventile
2 Ventilkörper
3 Öleinlaß
4 Ölauslaß
5 Schlauch
6 Druckkopf
7 Stichel
8 Rückführfeder
9 Papier
10 Farbband

Eine zweite punktförmige Schrifterzeugung wurde von der Samastronic-Tabelliermaschine der J. C. T. (International computers and tabulators Limited) bekannt. Sie besitzt ein 140stelliges Druckwerk, wobei je Druckstelle 50 verschiedene Buchstaben, Ziffern und Zeichen abgebildet werden können. Es können 18000 Zeilen/h bzw. 5 Zeilen/s gedruckt werden. Das Prinzip ist folgendes, Bild 23: 140 nebeneinander angeordnete Nadeln oszillieren dauernd horizontal über dem darunter weggleitenden Papier. Dabei würden die Nadeln bei dauerndem Kontakt mit dem Papier 140 nebeneinander liegende Zick-Zack-Linien schreiben. Die Nadeln werden jedoch durch elektronische Mittel so gesteuert, daß sie nur zu bestimmten Zeitpunkten auf das Papier aufschlagen und dadurch mittels eines Farbbandes Schriftzeichen in Form von Punkten schreiben. Die Steuerelemente für den Druck der Nadeln sind Kontaktscheiben. An den Kontakten, die für jeden der Buchstaben, Ziffern und Zeichen auf 50 solchen Scheiben verschieden angeordnet sind, gleitet eine Bürste vorbei, die elektrische Impulse an die entsprechenden Nadeln sendet. Jede Scheibe kann ihre Impulse an eine oder mehrere Nadeln abgeben. Die Höhe der Schriftzeichen ist vom Papiervorschub, der verschieden eingestellt werden kann, abhängig. Neben dem Original sind 2 Durchschläge mittels Kohleband herstellbar.

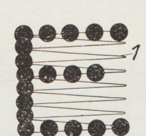


Bild 23. Erzeugung der Schrift bei Samastronic-Tabelliermaschine (ICT) *1* Nadelbewegung

Abschließend ist zu erwähnen, daß in Zukunft noch weitere Konstruktionen von Raster-Schreib- und -Druckwerken wegen ihrer geringen räumlichen Anforderungen und den erzielbaren Schreibgeschwindigkeiten zu erwarten sind.

5. Schrifterzeugung mit elektrischen Mitteln

Wie bereits aus den Ausführungen über die Aufzeichnungsträger hervorgeht, ist man schon seit längerem bemüht, die Nachteile der rein mechanischen Schrifterzeugung (große Massekräfte, großer Raumbedarf, relativ geringe Schreibgeschwindigkeit) mit geeigneten elektrischen Mitteln zu umgehen. Insbesondere die Fernschreibtechnik und die datenverarbeitenden elektronischen Anlagen, die zur Übertragung bzw. Verarbeitung der Informationen sowieso elektrisch-elektronische Bauelemente benutzen, verfolgt diese Tendenz sehr eingehend. Von den bisher bekanntgewordenen technischen Lösungen sollen die folgenden 3 genannt werden.

5.1. Matrixverfahren

Wie bereits in Bild 4 dargestellt, wurde, um die Verringerung der Trägheitskräfte zu erreichen, mit mechanischen Mitteln die Buchstabenfläche in einen Punktraster von z. B. 5 × 5 Elementen aufgeteilt. Dabei werden nur noch kleine Stichel von unter 1 p Gewicht bewegt und das Schriftzeichen wird erst unmittelbar an der Abbildungsstelle geformt. Die Bildung derartiger Raster-Schriftzeichen kann aber auch auf elektrischem Wege erfolgen: Die Punkt werden durch Anlegen einer Spannung ausgewählt, die dann den Aufzeichnungsträger beeinflussen. Das von der Burroughs Corp., USA, angewendete Verfahren benutzt z. B. die Xerografie für die Aufzeichnung. Als Träger wird Papier benutzt, das auf einer Seite einen sehr dünnen und widerstandsfähigen Überzug aus Polyäthylen besitzt. Die Formung der Schriftzeichen erfolgt mit einer Elektrodenmatrix aus 5 × 7 Drähten, die in einem Abstand von etwa 0,13 mm über der Schreiboberfläche enden. Die Gegenelektrode auf der Rückseite des Papiers ist als Metallplatte in der Größe der Matrixfläche ausgebildet. Die angesteuerten Drahtelektroden liegen für einige μs an einer Spannung von —900 Volt, die Gegenelektrode gleichzeitig an + 800 V, so daß das Schriftzeichen durch punktförmige Potentialdifferenzen von 1700 V geformt wird. Nach Bestäuben des Papiers und der Fixierung erhält man das Schriftzeichen.

Alle Schriftzeichen einer Zeile werden gleichzeitig erzeugt, so daß je nach der Anzahl der Einzeldruckstellen eine gleichgroße Anzahl von Matrizen nebeneinander angeordnet sein müssen. Durch elektrische Parallelschaltung steht das gewünschte Zeichen an allen Druckstellen gleichzeitig zur Verfügung. Es kommt jedoch nur dort zum Abdruck, wo die Gegenelektrode auf + 800 V liegt. Bild 24 zeigt den prinzipiellen Aufbau des Druckwerkes mit 72 Druckknöpfen mit je 35 Rasterelementen. Die bisher erreichte Aufzeichnungsgeschwindigkeit beträgt 300 Zeichen/s.

5.2. Matrixverfahren mit Analog-Umwandlung

Während die Burroughs-Lösung rein digital arbeitet, wurde von der Firma Stromberg-Carlson Division of General Dynamics Corporation, San Diego, Kalifornien [11], ein xerografisches Druckverfahren entwickelt, das eine Digital-Analog-Umwandlung erforderlich macht, wobei man die Form des Schriftzeichens auf dem Schirm einer Oszillographenröhre erzeugt und dieses dann auf eine Selen-Trommel projiziert. Es entsteht ein latentes Ladungsbild auf der rotierenden Trommel, die bestäubt

wird, und diese überträgt das Bild auf ein vorbeilaufendes Papierband, auf dem es schließlich fixiert wird (Bild 28 rechts).

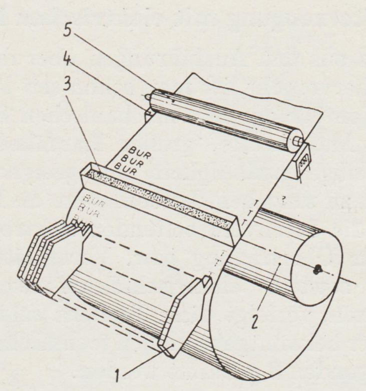


Bild 24. Prinzip des Burroughs-Matrix-Druckwerkes

1 Druckköpfe
2 Papiervorratsrolle
3 Farbpulver
4 Heizvorrichtung
5 Eindrückrolle

Die Erzeugung der Schriftzeichenformen erfolgt im Prinzip mit einer Profilstrahlröhre, in deren Strahlengang man eine Blende bringt, Bild 25, deren Durchbruch die



Bild 25. Prinzip der Elektronenstrahl-Profilierung

1 Strahlerzeugung *2* Blende *3* Strahlquerschnitt

Form des gewünschten Schriftzeichens hat. Auf dem Schirm der Röhre erscheint der Blendendurchbruch als Schriftzeichen. Dieses Verfahren liegt dem sogenannten „Charaktron" zugrunde, Bild 26. Die verwendete Blende

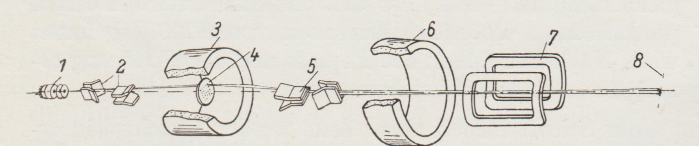


Bild 26. Strahlenverlauf im „Charaktron"

1 Strahlerzeuger
2 Horizontal- bzw. Vertikalwählplatte
3 Sammellinse
4 Matrize (s. Bild 27)
5 Doppel-Ablenkplattenpaar
6 Linse
7 Ablenkspulen für Zeilenbildung
8 Schirmebene

besteht hier aus einer matrixförmigen Anordnung von Schriftzeichen, die alle als Durchbrüche ausgearbeitet sind. Der Elektronenstrahl wird durch ein Ablenksystem *2* auf eines der z. B. 8 × 8 = 64 Matrixelemente *4* gesteuert. Durch ein magnetisches Feld *3*, das als Sammellinse wirkt, wird der Elektrodenstrahl fokussiert und mittels eines zweiten Doppel-Ablenksystems *5*, das zum ersten System proportionale Spannungen erhält, zur Röhrenachse zurückgelenkt, was zur Folge hat, daß alle Schriftzeichen an der gleichen Stelle des Schirmes erscheinen würden. Um die Zeilenbildung zu ermöglichen, verwendet man ein Ablenkspulenpaar *7*, das den Strahl mittels eines treppenförmigen Stromes (Treppenstufen je nach Anzahl der Zeilenbreite) schrittweise weiterschaltet, wobei der Schrittabstand durch die Spannungsdifferenz je Stufe eingestellt werden kann. Eine zweite magnetische Sammellinse ermöglicht eine Einstellung der Schrifthöhe.

Bild 27 zeigt ein Beispiel einer Matrix für Schriftzeichen mit 8 × 8 Symbolen. Die Ansteuerung erfolgt horizontal und vertikal in 8 Stufen, was den bereits erwähnten Digital/Analog-Konverter erforderlich macht. In Bild 28 ist das Prinzip des gesamten Schnelldruckers mit Steuerteil, Charaktron und Xerografieeinrichtung dargestellt. Die Anlage ist in der Lage, 15000 Zeichen/s aufzuzeichnen, wobei alle Spannungen sehr sorgfältig stabilisiert sein müssen, um Fehler zu vermeiden. Die Lebensdauer der hochbeanspruchten Teile ist nicht sehr groß.

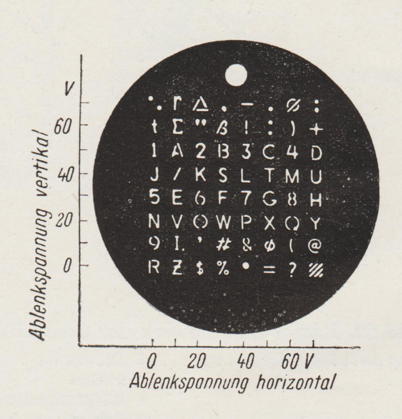


Bild 27. Beispiel einer Schriftzeichenmatrix

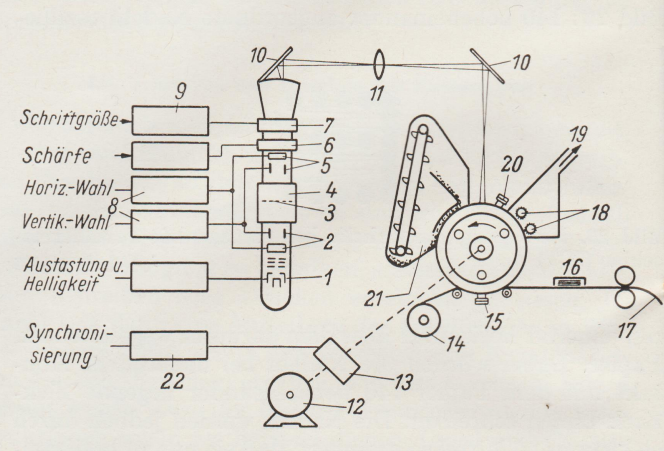


Bild 28. Prinzip des elektronischen Schnelldruckers Charaktron (Stromberg Carlson)

1 Wehnelt-Zylinder
2 Wählplatte
3 Matrize
4 Linse 1
5 Rücklenkplatte
6 Linse 2
7 Ablenkspulen
8 Digital-Analog-Wandler
9 Treppengenerator
10 Spiegel
11 Optik
12 Motor
13 Magnetkupplung
14 Papiervorratsrolle
15 Negative Ladung
16 Heizung
17 Papier
18 Bürsten
19 Absaugung
20 positive Ladung
21 Farbpulver
22 Vergleichsschaltung

5.3. Zeichengenerator

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß man nicht nur mit Profilstrahlröhren Abbildungen von Schriftzeichen auf einem Oszillographenschirm erzeugen kann,

sondern daß auch normale Oszillographenröhren beliebige Kurvenformen wie z. B. Schriftzeichen durch eine Summe von Sinus- und Kosinusspannungen an den beiden Ablenkplattenpaaren erzeugen können. Als Resultierende der Ablenkspannungen kann ein geschlossener Kurvenzug, z. B. die Form einer Zahl ohne Rücklauf-Verdunklung, entstehen. Der schalttechnische Aufwand, auf den hier nicht weiter eingegangen werden soll, ist allerdings erheblich. Die Schrifterzeugung selbst kann in etwa gleicher Weise wie bei ,,Charaktron" vorgenommen werden.

Zusammenfassend kann aus den vorliegenden Ausführungen entnommen werden, daß in der modernen Verwaltungstechnik die Probleme einer möglichst klaren und schnellen Schrifterzeugung eine erhebliche Rolle spielen. Die Bemühungen, bei insbesonders hohen Abbildungsgeschwindigkeiten die Nachteile der bisher fast allein benutzten mechanischen Verfahren durch geeignete andere Verfahren zu ersetzen, werden in Zukunft fortgesetzt werden nud auch zu technisch möglichen Lösungen führen.

Schrifttum

[1] *Hildebrand:* Die Kräfteverhältnisse beim Anschlagen von Schreibmaschinen. VDI-Berichte 1955, Bd. 2.

[2] *Hildebrand:* Moderne Schreibmaschinenantriebe und ihre Bewegungsvorgänge. VDI-Berichte 1955, Bd. 5.

[3] *Bürger:* Über die kinematischen Verhältnisse von Typenhebelgetrieben. Wiss. Z. d. TH Dresden **8** (1958/59), H. 4.

[4] *Bürger:* Untersuchungen über Kräfte- und Geschwindigkeitsverhältnisse beim Anschlagen von Schreibmaschinentasten. Feinwerktechnik **64**, (1960) H. 11.

[5] *Bögelsack:* Der elektromechanische Typenhebelantrieb als konstruktives Problem. Feinwerktechnik **64** (1960) H. 11.

[6] *Bögelsack:* Untersuchungen an Antriebskupplungen elektromechanischer Schreibmaschinen. Feingerätetechnik 1962, H. 7.

[7] *Bögelsack:* Einstellgetriebe für Universal-Typenträgers. Neue Technik im Büro 1962, H. 7.

[8] *Bürger:* Automatische Datenerkennung — Grundlage der Büro-Vollautomation. Neue Technik im Büro 1960, H. 1.

[9] *Tell:* Technischer Aufbau und Wirkungsweise der Saldier- u. Buchungsmaschinen Ascota Klasse 110 bis 170. Neue Technik im Büro, 1957, Heft 10.

[10] *Hawlitschka:* Das elektronische Datenverarbeitungssystem IBM 305 RAMAC. Elektronische Rechenanlagen 1960, Heft 2.

[11] *Hennig:* Eine elektrische Schnellschreibmaschine Elektronik **8** (1959) H. 5.

[12] *Schieweck:* Fernschreibtechnik. Vierte völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. 894 Seiten. C. F. Winter'sche Verlagshandlung, Prien/Chiemsee.

[13] *Lind:* Büromaschinen, 2. Auflage, 304 Seiten. C. F. Wintersche Verlagshandlung, Prien/Chiemsee.

Außerdem wurde eine Reihe von Firmenprospekten als Unterlage herangezogen.